

Efisiensi resorpsi hara pada tanaman kakao di dataran rendah pada tanah Aluvial

Nutrient resorption efficiency of cocoa plants on lowland of Alluvial plain

R. Erwiyono^{1*)}, A.A. Prawoto¹⁾, dan A.S. Murdiyati²⁾

Ringkasan

Penelitian tentang retranslokasi hara pada tanaman kakao telah dilaksanakan di Kebun Percobaan Kaliwining, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia di Jember untuk menetapkan efisiensinya dalam rangka mengetahui kehilangan hara melalui guguran daun yang relatif intensif di musim kemarau, pemanfaatan seresah tanaman, dan pengelolaan pertanaman lebih efisien. Penetapan retranslokasi hara ditetapkan untuk hara-hara makro N, P, dan K, yang diamati pada empat klon kakao tahun tanam 2004, yakni: KW 163, KW 162, KW 165, dan KKM 22 pada plot berpenaung tanaman jati (*Tectona grandis*) dan plot berpenaung tanaman krete (*Cassia suriethensis*), dengan ulangan lima kali. Lokasi penelitian merupakan dataran Aluvial dengan tinggi tempat 45 m dpl., dan tipe hujan D. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan hara daun tua berwarna kuning dan kemudian gugur nyata lebih rendah daripada kandungan hara daun matang berwarna hijau didekatnya. Penyusutan hara N, P, dan K selama proses penuaan daun terjadi secara nyata pada klon KW 163, KW 162, dan KKM 22; sedangkan pada klon KW 165 penyusutan hara secara nyata hanya terjadi untuk hara fosfor, sedangkan untuk hara N dan K penyusutannya tidak nyata. Daun matang berwarna hijau tanaman kakao rata-rata mengandung nitrogen, fosfor, dan kalium secara berturut-turut 13,0; 1,6 dan 13,5 mg/g. Sedangkan daun tua (*senescing leaves*) berwarna kuning yang kemudian gugur mengandung rata-rata nitrogen, fosfor, dan kalium secara berturut-turut 9,5; 0,9 dan 10,0 mg/g. Penyusutan kandungan hara tersebut disebabkan oleh mekanisme retranslokasi hara oleh tanaman. Hara nitrogen, fosfor, dan kalium yang diretranslokasikan oleh tanaman kakao di musim hujan secara berturut-turut sebanyak 3,60; 0,70 dan 3,39 mg/g, atau secara berturut-turut sebanyak 27%, 42%, dan 24%. Dengan perkataan lain pada tanaman kakao efisiensi retranslokasi hara $P > N > K$. Di antara klon-klon tanaman, klon KKM 22 meretranslokasikan hara P dan K paling efisien, sedangkan untuk unsur N klon KW 162 meretranslokasikan paling efisien. Dengan demikian, seresah daun kakao masih mengandung hara N, P, dan K secara berturut-turut sebanyak 73%, 58%, dan 76% merupakan kandungan yang relatif tinggi untuk sumber hara pupuk di samping sumber bahan organik.

Kata kunci: Retranslokasi hara, nitrogen, fosfor, kalium, kakao, klon.

Summary

Observation on nutrient retranslocation of cocoa plants has been carried out in Kaliwining Experimental Station, Indonesian Coffee and Cocoa Research

Naskah diterima (*received*) 15 Oktober 2011, disetujui (*accepted*) 22 Nopember 2011.

1) Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. PB. Sudirman No. 90, Jember, Indonesia.

2) Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat, Malang, Indonesia.

*) Alamat penulis (*Corresponding Author*) : r.erwiyono@gmail.com.

Institute (ICCRI) in Jember in order to assess its efficiency to have better understanding on the loss of nutrients through cocoa litterfall relatively intensive during dry season, better utilization of the plant litters, and further more efficient plant management. Nutrient retranslocation assessment has been conducted for macro nutrients in terms of N, P, and K that have been observed on four clones of cocoa planted in 2004, that are KW 163, KW 162, KKM 22, and KW 165 in the plot with Tectona grandis shading trees and plot with Cassia suriethensis shading trees, with five replicates. The plots of observation overlaid on Alluvial plain 45 m asl. and D type rainfall. The results showed that nutrient contents in senescence leaves with yellow colour and then falling significantly lower than those of mature leaves with green colour adjacent to it. Reductions of N, P, and K contents during leaf senescence occurred significantly on KW 163, KW 162, and KKM 22 clones, whereas on KW 165 clone significant reduction only happened to phosphorus. Mature leaves of cocoa with green colour contained average nitrogen, phosphorus, and kalium at 13.0, 1.6, and 13.5 mg/g respectively. Whereas senescing leaves with yellow colour then defoliating contained average nitrogen, phosphorus, and kalium at 9.5, 0.9, and 10.0 mg/g, respectively. This reduction of nutrient contents was caused by nutrient retranslocation mechanism of the plants. Nitrogen, phosphorus, and kalium retranslocated by cocoa plants in rainy season are as much as 3.60, 0.70, and 3.39 mg/g, or 27%, 42%, and 24%, respectively. In other words nutrient retranslocation efficiency of cocoa plants for N, P, and K is in the following order: $P > N > K$. Among the clones, KKM 22 clone retranslocated P and K most efficiently; whereas for N, KW 162 clone retranslocated it most efficiently. As such, cocoa leaf litters still contained N, P, and K nutrients as much as 73%, 58%, and 76%, they are good sources for nutrients beside as organic matter.

Key words: Nutrient retranslocation, nitrogen, phosphorus, kalium, cocoa, clone.

PENDAHULUAN

Pada pertanaman kakao, pertumbuhan dan produktifitas tanaman ditentukan oleh kesuburan tanah baik secara fisik, kimia dan biologi, kondisi fisik lingkungan yang lain, salinitas, dan toksisitas tanah. Ciri lahan dengan harkat paling rendah menentukan secara dominan produktifitas pertanaman (Pusat Penelitian Kopi Dan Kakao, 1998). Dari aspek kimia tanah, hara tanah yang tersedia relatif paling rendah menentukan secara dominan produktifitas tanaman seperti dikemukakan oleh Justus von Liebig *cit.* Barak (2000) dan Ploeg *et al.* (1999). Kekurangan hara tanah umumnya diatasi dengan pemberian pupuk atas dasar status hara tanah dan tanaman (Abdoellah & Pujiyanto, 1992).

Pada budi daya kakao, tanaman kakao umumnya menggugurkan daun relatif

banyak (intensif) di musim kemarau. Tergantung pada cara pengelolaan seresah tanaman dapat menentukan besar-kecilnya kehilangan hara dari areal pertanaman kakao oleh mekanisme pengguguran daun, dan kebutuhan hara pupuk yang perlu ditambahkan ke areal pertanaman setiap kurun waktu tertentu. Pengamatan Ling (1984) *cit.* Wibawa (1996) menunjukkan bahwa setiap tahunnya pertanaman kakao menggugurkan daun sebanyak 2,5-5,6 ton/tahun/ha setelah umur 4 tahun hingga 10 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa seresah tanaman merupakan sumber bahan organik potensial di pertanaman kakao, selain sumber-sumber lain termasuk penaung, hasil pangkasan tanaman pokok, penutup tanah, dan sumber lainnya.

Namun, adanya mekanisme retranslokasi hara di dalam tanaman, kehilangan hara melalui guguran daun dapat ber-

kurang, tergantung efisiensi retranslokasi haranya. Menurut Hutcheon (1976), pada daun ada siklus internal hara dalam tanaman dimana beberapa hara dimobilisasi dan ditarik menjelang absisi daun.

Retranslokasi hara tanaman merupakan mekanisme penyerapan kembali hara tanaman dari daun-daun sebelum gugur. Yuan & Chen (2009) mendefinisikan efisiensi retranslokasi hara sebagai jumlah hara yang diserap kembali oleh tanaman saat/selama mengalami penuaan (*senescence*), seperti definisi yang digunakan oleh Killingbeck (1996) *cit.* Yuan & Chen (2009), demikian pula Keenan *et al.* (1995).

Ada indikasi bahwa variasi tahunan retranslokasi hara tidak terkait pada curah hujan tahunan (Drenovsky *et al.*, 2010); namun, Harvey & van den Driessche (1999) melaporkan bahwa mobilitas hara berbeda mengikuti kecepatan dan intensitas kekeringan. Hal yang sama dilaporkan oleh Wood & Lawrence (2006) bahwa variabilitas dalam penyerapan kembali hara tidak terkait dengan curah hujan atau temperatur. Lebih lanjut dikemukakan bahwa efisiensi resorpsi P ternyata lebih tinggi pada musim hujan, sedangkan resorpsi N tidak berbeda menurut musim. Efisiensi resorpsi P yang rendah di musim kemarau dipertimbangkan merupakan akibat dari cekaman kekeringan selama periode pendek dari curah hujan rendah yang menyebabkan resorpsi hara yang tidak sempurna dari daun-daun yang sedang menua (Wood & Lawrence, 2006).

Wood & Lawrence (2006) mengemukakan bahwa penyerapan hara saat proses pengguguran daun (*leaf abscission*) merupakan suatu mekanisme konservasi hara yang dapat memainkan peranan penting dalam mempertahankan kondisi status hara tanaman (*stand-level nutrient economy*). Hal yang sama dikemukakan

oleh Drenovsky *et al.* (2010) bahwa retranslokasi hara tanaman saat penuaan daun merupakan suatu mekanisme konservasi hara yang penting untuk spesies-spesies tanaman di lahan kering. Distel *et al.* (2003) mengemukakan bahwa retranslokasi hara dari daun-daun yang sedang mengalami proses penuaan memungkinkan tanaman untuk menahan dan menggunakan kembali hara-hara.

Efisiensi retranslokasi hara pada tanaman kakao belum diketahui. Informasi ini diperlukan untuk memastikan kehilangan hara dari areal pertanaman melalui mekanisme pengguguran daun yang relatif banyak pada pertanaman kakao di musim kemarau. Penelitian ini bertujuan untuk menetapkan retranslokasi hara pada pertanaman kakao, agar kehilangan hara melalui guguran daun dapat diketahui lebih baik, pemanfaatan seresah tanaman lebih baik, dan pengelolaan pertanaman lebih efisien.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di kebun percobaan Kaliwining, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia di Jember, yang terbentang di dataran Aluvial, dengan tinggi tempat 45 m dari permukaan laut (dpl.) dan tipe hujan D menurut klasifikasi Schmidt & Ferguson (1951).

Penetapan retranslokasi hara ditetapkan untuk hara-hara makro N, P, dan K, yang diamati pada 4 klon kakao tahun tanam 2004, yakni: KW 163, KW 162, KW 165, dan KKM 22 pada blok berpenaung tanaman jati dan blok berpenaung tanaman krete (sebelumnya berpenaung sengan), dengan ulangan 5 kali. Tata letak pertanaman di lapangan adalah sebagai berikut: Masing masing klon tanaman di dalam masing-masing blok penaung ditanam dalam barisan secara teratur

berselang-seling antara klon yang satu dengan klon lainnya, dan berulang lima kali.

Seperti telah disinggung sebelumnya bahwa retranslokasi hara tanaman merupakan mekanisme penyerapan kembali hara tanaman dari daun-daun yang sedang mengalami penuaan sebelum gugur. Efisiensi retranslokasi hara didefinisikan sebagai jumlah hara yang diserap kembali oleh tanaman selama mengalami penuaan (*senescense*) (Yuan & Chen, 2009; Killingbeck, 1996 *cit.* Yuan & Chen, 2009; dan Keenan *et al.*, 1995). Dengan demikian, retranslokasi hara pada tanaman kakao ditetapkan dari perbedaan antara kandungan hara daun saat masih segar, matang dan berwarna hijau dan saat daun gugur karena penuaan. Hasil perhitungan hara yang diretranslokasikan dikoreksi dengan perubahan berat daun selama mengalami proses penuaan, seperti dikemukakan oleh peneliti-peneliti lainnya (Keenan *et al.*, 1995).

Pohon-pohon contoh ditetapkan secara acak di lapangan dengan kriteria memiliki lima atau lebih daun yang sedang mengalami proses penuaan (berwarna kekuningan, terletak di bagian bawah pada ranting, bukan berwarna kuning karena rusak, dimakan hama atau terserang penyakit). Satu pohon contoh memiliki satu contoh daun gugur dan satu contoh daun hijau segar dan matang. Satu contoh daun gugur maupun daun hijau segar dan matang, masing-masing terdiri dari lima helai daun.

Daun tua terpilih diikat pada tangkainya dengan tali rafia halus dengan hati-hati (mencegah daun bergoyang), agar setelah gugur daun tidak hilang melainkan menggantung pada talinya untuk dikumpulkan. Saat daun gugur dikumpulkan juga dipetik daun hijau, segar dan matang di dekatnya (di atasnya) sebagai daun contoh pasangannya. Demikian ditetapkan untuk

satu pohon contoh diperlukan lima helai daun (lima helai daun gugur dan lima helai daun hijau segar dan matang pasangannya), dan diambil dalam ulangan (sebanyak lima ulangan) dari baris ulangan berbeda. Sebagai catatan, penetapan daun contoh mengabaikan ukuran daun. Dan, Killingbeck & Tainsh (2002) ternyata mendapati bahwa ukuran daun memang tidak mempengaruhi kemampuan retranslokasi hara.

Koreksi terhadap hara yang diretranslokasikan karena penyusutan berat daun selama proses penuaan dilakukan dengan menghitung perbedaan kandungan hara daun saat masih segar, matang dan berwarna hijau dengan saat daun gugur karena penuaan (*senescense*) setelah dikoreksi dengan berat relatif daunnya. Berat daun ditetapkan secara gravimetric setelah pengeringan di dalam oven pada suhu 70°C selama 24 jam terhadap bulatan-potongan daun. Pemotongan daun ditetapkan dengan alat pemotong daun berbentuk lingkaran (*leaf disc method*) dan *scanner* (untuk menetapkan keseragaman bulatan potongan daun). Cara pemotongan daun ditetapkan untuk menghasilkan bulatan potongan daun yang seragam. Pemotongan daun secara tegak lurus menghasilkan bulatan potongan daun yang sempurna, dengan diameter sama ke semua arah, dan ditetapkan sebagai cara pemotongan dalam penelitian ini.

Retranslokasi hara dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Keenan *et al.*, 1995).

$$\text{Retranslokasi hara} = \text{Kandungan hara DH} - (\text{Kandungan hara DG} \times \text{BRD})$$

Di mana: DH = daun hijau; DG = daun gugur; dan BRD = berat relatif daun.

Parameter yang diamati meliputi parameter tanaman dan tanah (lingkungan).

Parameter tanaman yang diamati meliputi kandungan hara daun, untuk unsur N, P, dan K, pada contoh daun hijau segar dan matang, dan daun tua yang gugur. Unsur N, P, dan K daun secara berturut-turut ditetapkan dengan metode Kjeldahl, Spektrofotometer, dan AAS. Sedangkan, parameter tanah dan lingkungan yang diamati meliputi kondisi kesuburan tanah dari contoh tanah komposit, dan kondisi fisik lingkungan sebagai faktor pendukung yang diamati di stasiun meteorologi setempat di dalam kebun. Contoh tanah diambil secara komposit untuk masing-masing blok penangung pada selang waktu yang sama dengan pengambilan contoh daun. Selanjutnya, data pengamatan dianalisis keragamannya dan hasilnya disajikan dalam bentuk gambar atau grafik dan tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Hara N, P, dan K Daun Kakao

Hasil pengamatan di plot pertanaman kakao di Kebun Percobaan Kaliwining, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia di Jember, menunjukkan bahwa daun-daun tua berwarna kuning (*senescing leaves*) yang terpilih sebagai daun contoh sebagian besar telah gugur satu minggu setelah pengikatan, dan seluruh daun contoh telah gugur setelah dua minggu. Kondisi cuaca sepanjang periode penelitian tergolong dalam bulan-bulan basah menurut klasifikasi tipe hujan Schmidt & Ferguson (1951). Hasil pengamatan kondisi meteorologi rata-rata bulanan sepanjang tahun pengamatan disajikan pada Gambar 6. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa pengamatan/penelitian ini telah dilaksanakan pada tahun basah, karena hanya didapati satu bulan saja dengan curah hujan < 60 mm, yakni bulan

Agustus, setelah penetapan dan pengambilan contoh daun dilaksanakan pada bulan Juni/Juli. Rata-rata kelembaban relatif udara setiap bulan sepanjang tahun relatif tinggi, yang berkisar 92–94%, dan saat pengambilan contoh daun kelembaban relatif udara rata-rata 94%.

Kondisi tanah di plot pertanaman yang diamati relatif sama antara plot berpenangung tanaman jati dan plot berpenangung tanaman krete, kecuali P, S, Fe, dan Mn. Kandungan anion tanah (fosfat dan sulfat) dan unsur Fe dan Mn di blok berpenangung krete relatif lebih tinggi daripada blok berpenangung jati, sedangkan Cu, Zn, dan basa-basa tanah relatif sama.

Penyusutan kandungan hara daun kakao karena proses penuaan

Hasil analisis contoh daun menunjukkan bahwa kandungan hara daun gugur tampak relatif lebih rendah daripada daun hijau segar. Secara umum, penuaan (*senescense*) berpengaruh nyata terhadap (penyusutan) kandungan N, P, dan K daun (Gambar 1).

Pada Gambar 1 ditunjukkan secara umum bahwa kandungan hara daun tua kakao berwarna kuning dan kemudian gugur lebih rendah daripada kandungan hara daun matang (*mature*) berwarna hijau didekatnya (di atasnya atau daun matang berwarna hijau paling dekat dengan daun kuning (*senescense*)). Pada Gambar 1 ditunjukkan bahwa penyusutan kandungan hara di dalam daun oleh mekanisme retranslokasi hara selama proses penuaan daun terjadi secara statistik nyata baik pada unsur hara nitrogen, fosfor, maupun kalium. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan hara di dalam daun-daun kakao benar-benar menyusut oleh mekanisme retranslokasi hara selama proses penuaan daun sebelum daun gugur.

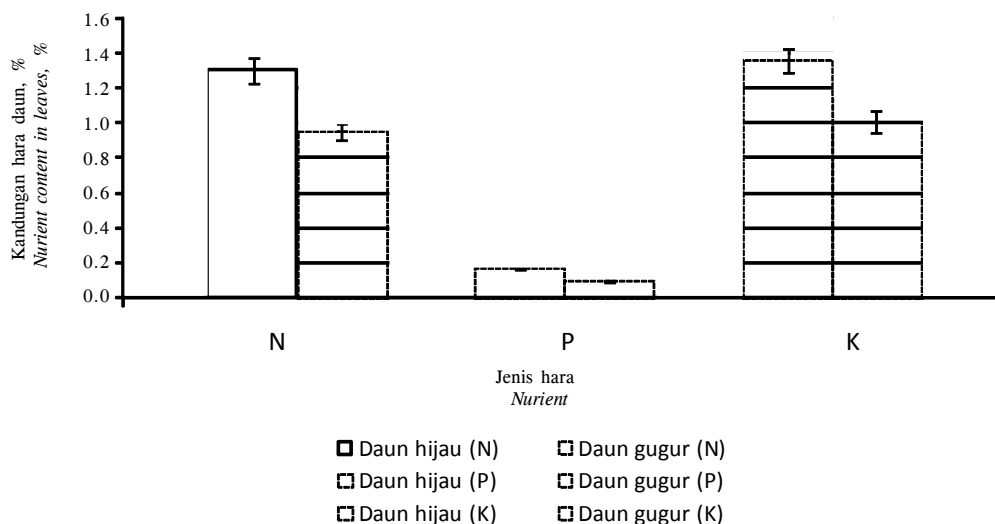
Perbedaan penyusutan kandungan hara daun di antara klon kakao

Perbedaan penyusutan kandungan hara daun di antara klon-klon kakao yang diamati disajikan pada Gambar 2, 3, dan 4. Secara umum ke empat klon yang digunakan menunjukkan pola penyusutan kandungan fosfor daun selama proses penuaan daun mirip satu sama lainnya. Penyusutan kandungan fosfor daun oleh mekanisme retranslokasi hara terjadi secara nyata, dari nilai di sekitar hampir 0,16% s/d hampir 0,18% turun jauh menjadi sekitar 0,10% (Gambar 2).

Secara umum ke empat klon yang digunakan menunjukkan pola penyusutan kandungan nitrogen daun selama proses penuaan daun relatif berbeda satu sama lainnya. Penyusutan kandungan nitrogen daun oleh mekanisme retranslokasi hara terjadi secara nyata pada klon KW 162 dan klon KKM 22, sedangkan penyusutan

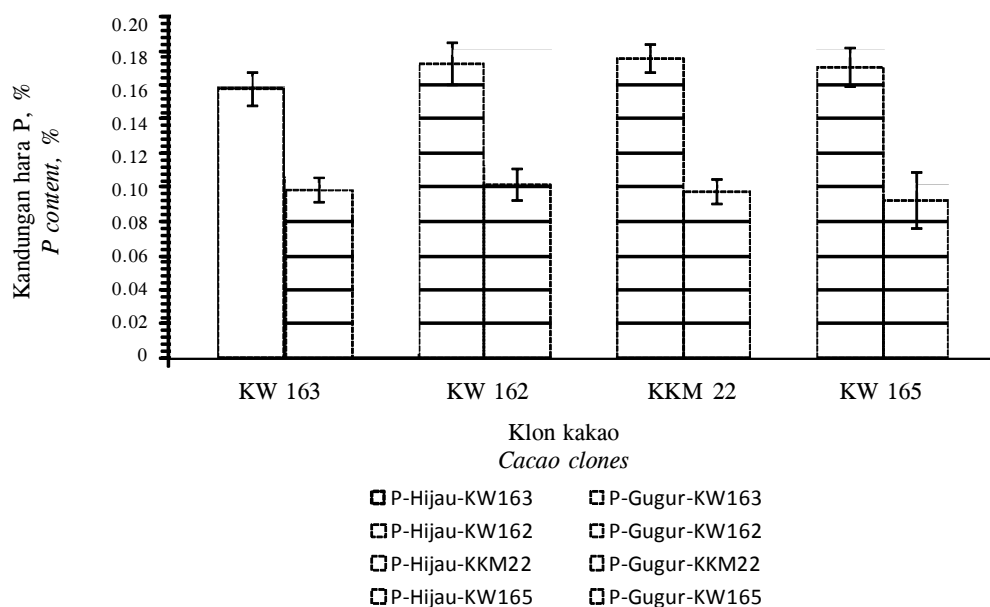
kandungan nitrogen daun selama proses penuaan daun pada klon KW-163 dan klon KW 165 tidak nyata (Gambar 3). Di antara ke empat klon, klon KW 162 menunjukkan taraf penyusutan kandungan hara nitrogen daun paling banyak selama proses penuaan daun; sebaliknya, klon KW 165 menunjukkan taraf penyusutan kandungan hara nitrogen daun paling sedikit selama proses penuaan daun.

Untuk hara kalium secara umum ke empat klon yang digunakan menunjukkan pola penyusutan kandungan kalium daun selama proses penuaan daun relatif berbeda satu sama lainnya dalam taraf signifikansinya. Penyusutan kandungan kalium daun oleh mekanisme retranslokasi hara terjadi secara nyata pada klon KW 163, KW 162 dan klon KKM 22, sedangkan penyusutan kandungan kalium daun selama proses penuaan daun pada klon KW 165 tidak nyata (Gambar 4). Di antara ke empat klon, klon KKM 22 menunjukkan taraf



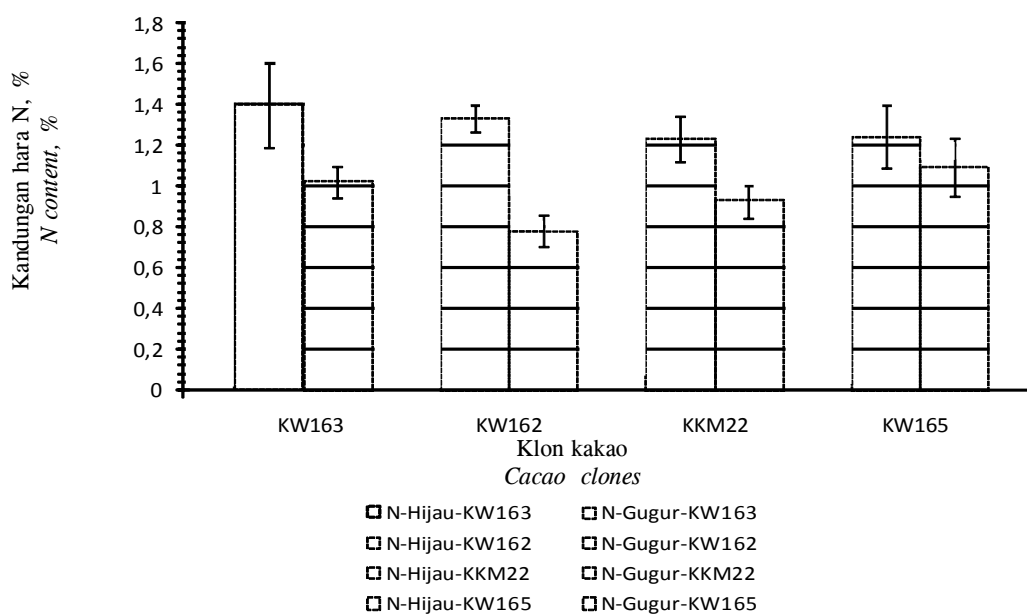
Gambar 1. Kandungan hara N, P, dan K rata-rata daun kakao gugur dan daun hijau segar di Kebun Percobaan Kaliwining (bar adalah *standard error*).

Figure 1. Average contents of N, P, and K in defoliating senescence and fresh green mature leaves of cocoa in Kaliwining Experimental Station (bars are *standard error*).



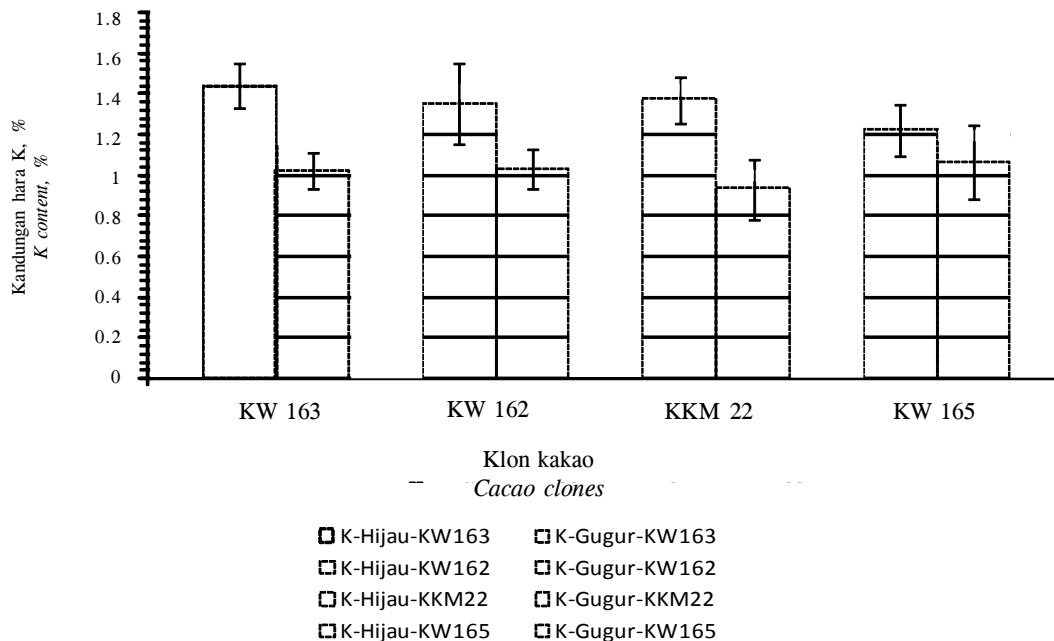
Gambar 2. Kandungan rata-rata hara P daun yang masih berwarna hijau, matang dan segar, dan kandungan rata-rata hara P daun yang telah gugur di antara klon-klon kakao (bar adalah *standard error*).

Figure 2. Average contents of P in fresh green mature and defoliating senescence leaves of cocoa among the clones of cocoa (bars are *standard error*).



Gambar 3. Kandungan rata-rata hara N daun yang masih berwarna hijau, matang dan segar, dan kandungan rata-rata hara N daun yang telah gugur di antara klon-klon kakao (bar adalah *standard error*).

Figure 3. Average contents of N in fresh green mature and defoliating senescence leaves of cocoa among the clones of cocoa (bars are *standard error*).



Gambar 4. Kandungan rata-rata hara K daun yang masih berwarna hijau, matang dan segar, dan kandungan rata-rata hara K daun yang telah gugur di antara klon-klon kakao (bar adalah *standard error*).

Figure 4. Average contents of K in fresh green mature and defoliating senescence leaves of cocoa among the clones of cocoa (bars are *standard error*).

penyusutan kandungan hara kalium daun paling banyak selama proses penuaan daun; sebaliknya, klon KW 165 menunjukkan taraf penyusutan kandungan hara kalium daun paling sedikit selama proses penuaan daun.

Dengan demikian retranslokasi hara N, P, dan K terjadi secara nyata pada klon KW 163, KW 162, dan KKM 22; sedangkan pada klon KW-165 retranslokasi hara terjadi secara nyata hanya untuk hara fosfor, untuk hara N dan K retranslokasi-nya tidak nyata.

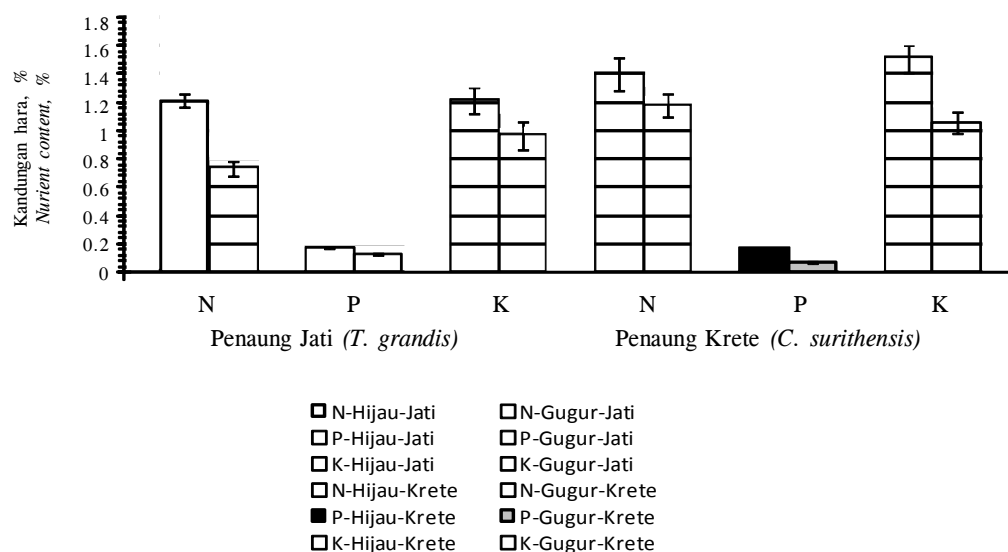
Penyusutan kandungan hara daun pada plot berbeda penangung

Secara umum ditunjukkan bahwa tendensi penyusutan kandungan hara daun

kakao selama proses penuaan daun terjadi secara nyata baik di plot pertanaman kakao berpenangung tanaman jati maupun di plot pertanaman kakao berpenangung tanaman krete (Gambar 5). Namun, secara umum kandungan hara N dan K daun kakao di plot berpenangung krete relatif lebih tinggi dari pada kandungannya di plot berpenangung jati, sedangkan untuk unsur fosfor kandungannya di daun kakao relatif sama di kedua plot.

Retranslokasi Hara N, P, dan K di Musim Hujan

Pada Tabel 1 ditunjukkan bahwa daun matang berwarna hijau dari tanaman kakao rata-rata mengandung nitrogen, fosfor, dan kalium secara berturut-turut 13,0; 1,6 dan 13,5 mg/g. Sedangkan daun tua (*senesced*



Gambar 5. Kandungan rata-rata hara N, P, dan K daun kakao gugur dan daun matang hijau di antara blok penaung Jati dan Krete di KP. Kaliwining (bar adalah *standard error*)

Figure 5. Average contents of N, P and K in fresh green mature and defoliating senescence leaves of cocoa at blocks with shading trees of *T. grandis* and *C. surinensis* (bars are standard error).

leaves) berwarna kuning yang kemudian gugur mengandung rata-rata nitrogen, fosfor, dan kalium secara berturut-turut 9.5, 0.9, dan 10.0 mg/g. Penyusutan kandungan hara tersebut selama proses penuaan daun disebabkan oleh mekanisme retranslokasi hara oleh tanaman. Hara nitrogen, fosfor, dan kalium yang diretranslokasikan oleh tanaman kakao di musim hujan secara berturut-turut sebanyak 3.60, 0.70, dan 3.39 mg/g, atau secara berturut-turut sebanyak 27%, 42%, dan 24%. Dengan perkataan lain laju resorpsi hara N, P, dan K pada tanaman kakao adalah dalam urutan dari paling tinggi sebagai berikut: $P > N > K$, atau hara P diretranslokasikan lebih efisien daripada N dan K. Dengan demikian, seresah daun kakao masih mengandung hara N, P, dan K secara berturut-turut sebanyak 73%, 58%, dan 76%, kandungan yang relatif tinggi untuk sumber unsur pupuk di samping sumber bahan organik.

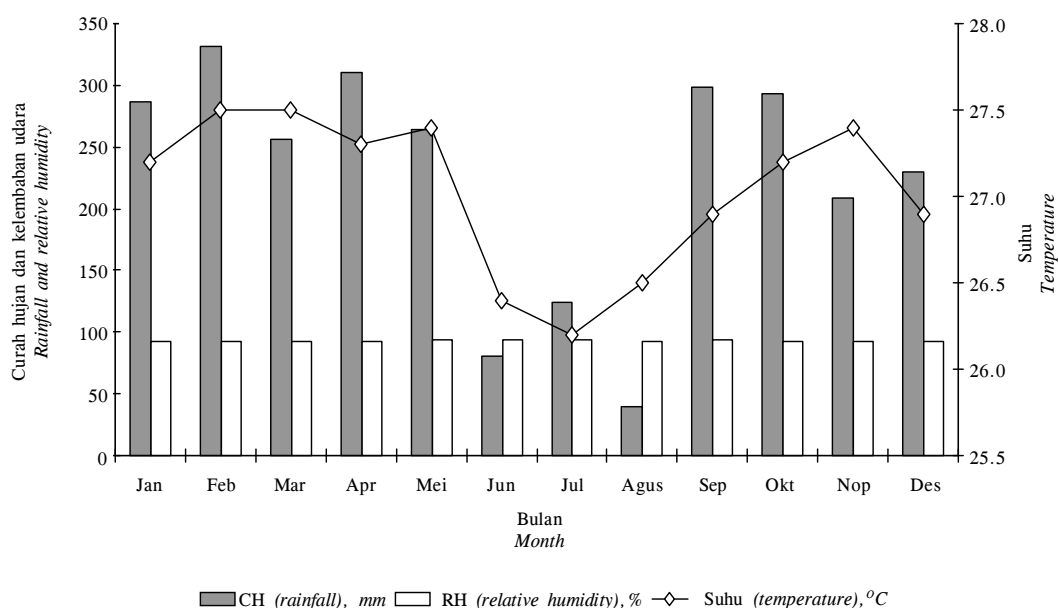
Terkait dengan efisiensi resorpsi hara N dan P tanaman, Kozovits *et al.* (2007) mendapati tendensi yang sama pada spesies tanaman berkayu bahwa secara umum efisiensi resorpsi yang lebih tinggi didapati untuk unsur P daripada unsur N. Demikian pula tendensi yang sama, bahwa efisiensi resorpsi hara P lebih tinggi daripada efisiensi resorpsi hara N, juga didapati oleh peneliti lainnya; Lin & Sternberg (2007) pada tanaman mangrove, demikian, seresah daun kakao masih mengandung hara N, P, dan K secara berturut-turut sebanyak 73%, 58%, dan 76%, kandungan yang relatif tinggi untuk sumber hara pupuk di samping sumber bahan organik.

Yuan & Chen (2009) pada spesies-spesies tanaman berkayu, dan Aerts (1996) pada semak maupun pepohonan yang berdaun sepanjang tahun (*evergreen*) maupun yang menggugurkan daun (*deciduous*). Sedangkan Milla *et al.* (2004)

Tabel 1. Kandungan rata-rata hara N, P, dan K daun gugur (*Senescense*) dan daun matang hijau kakao serta hara yang diretranslokasikan
Table 1. Average contents of N, P, and K in fresh green mature and defoliating *senescense* leaves of cocoa and their amounts retranslocated

Klon <i>Clone</i>	Berat relatif daun <i>Relative weight of leaf</i>	N (mg/g)				P (mg/g)				K (mg/g)			
		Daun hijau	Daun gugur	Retrans.	%	Daun Hijau	Daun gugur	Retrans.	%	Daun hijau	Daun gugur	Retrans.	%
		<i>Green leaf</i>	<i>Senes. leaf</i>	<i>Retrans.</i>		<i>Green leaf</i>	<i>Senes. leaf</i>	<i>Retrans.</i>		<i>Green leaf</i>	<i>Senes. leaf</i>	<i>Retrans.</i>	
KW163	0.9 (0.05)	14.0 (0.74)	10.2 (2.07)	4.46 ab (1.12)	31.85	1.5 (0.07)	0.9 (0.10)	0.65 b (0.14)	43.33	14.4 (0.88)	10.1 (1.11)	4.72 a (1.25)	32.77
KW162	1.0 (0.06)	13.3 (0.77)	7.8 (0.63)	5.24 a (0.61)	39.39	1.7 (0.09)	1.0 (0.12)	0.62 b (0.14)	36.47	13.5 (0.96)	10.2 (1.97)	1.96 b (2.28)	14.51
KKM22	0.9 (0.02)	12.3 (0.86)	9.3 (1.13)	3.54 b (1.59)	28.78	1.7 (0.07)	0.9 (0.08)	0.83 a (0.07)	48.82	14.3 (1.50)	9.3 (1.14)	5.74 a (1.66)	40.13
KW165	1.0 (0.04)	12.4 (1.41)	10.9 (1.56)	1.18 bc (2.41)	9.51	1.7 (0.16)	0.9 (0.11)	0.73 ab (0.24)	42.94	12.1 (1.82)	10.6 (1.28)	1.17 b (2.70)	9.66
Rerata	0.9	13.0	9.5	3.60	27.38	1.6	0.9	0.70	42.89	13.5	10.0	3.39	24.26

Keterangan (notes): Retrans. = Retranslokasi hara; Nilai dalam kurung di bawah nilai kandungan hara adalah *standard errors*; Nilai dalam kolom yang sama apabila diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% (*Retrans. = Retranslocated amounts; Figures in the brackets under nutrient content values are standard errors; Figures in the same columns followed by the same letters are not significantly different at 5% level*).



Gambar 6. Kondisi meteorologi rata-rata bulanan pada tahun pengamatan 2010.

Figure 6. Monthly meteorological conditions observed at Kaliwining Experimental Station in 2010.

mendapati urutan efisiensi resorpsi hara N, P, dan K pada dua spesies semak berkayu yang tergolong tanaman *evergreen* adalah sebagai berikut: $P > N > K$.

Pada unsur N dan K, keragaman retranslokasi hara relatif besar, sedangkan pada unsur P keragaman retranslokasi hara di antara tanaman kakao relatif kecil. Ada tendensi perbedaan nyata kadar hara yang ditranslokasikan di antara klon-klon yang diamati tetapi tendensinya tidak konsisten di antara unsur N, P, dan K (Tabel 1). Klon KKM 22 mentranslokasikan hara P dan K tertinggi selama masa penuaan daun menjelang gugur, sedangkan untuk unsur N klon KW 162 mentranslokasikan paling banyak dibandingkan klon lainnya. Contoh lainnya, klon KW 165 mentranslokasikan hara N dan K paling sedikit selama masa penuaan daun, sedangkan untuk unsur P klon KW 162 mentranslokasikan paling sedikit.

Seperti telah disinggung sebelumnya bahwa retranslokasi hara pada klon KW 165 memiliki keragaman sangat besar, khususnya untuk unsur N dan K, bahkan selalu memiliki keragaman retranslokasi hara paling tinggi di antara 4 klon kakao yang diamati baik untuk hara N, P maupun K (Tabel 1), sedangkan tendensi klon lainnya relatif tidak konsisten untuk hara-hara yang diamati. Sebagai catatan status hara tanah di lokasi penelitian secara umum untuk unsur N, P, dan K secara berturut-turut tergolong rendah, sedang (plot berpenaung jati tergolong rendah) dan tinggi.

Martinez-Sanchez (2005) mendapati bahwa pada tanah yang kaya hara (subur), konsentrasi hara dalam daun yang sedang mengalami proses penuaan relatif tinggi, atau retranslokasi hara rendah. Sedangkan Niva *et al.* (2003) mencatat bahwa efisiensi retranslokasi hara meningkat dengan

meningkatnya ketersediaan hara N, tetapi tidak tampak adanya respon untuk hara P.

KESIMPULAN

Dari penelitian dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Efisiensi resorpsi/retranslokasi hara pada tanaman kakao relatif rendah ($< 50\%$), dengan tendensi relatif berbeda di antara unsur hara demikian pula klon tanaman.
2. Penyusutan hara N, P, dan K selama proses penuaan daun terjadi secara nyata pada klon KW 163, KW 162 dan KKM 22; sedangkan pada klon KW 165 penyusutan hara secara nyata hanya terjadi untuk hara fosfor, sedangkan untuk hara N dan K penyusutannya tidak nyata.
3. Daun matang berwarna hijau dari tanaman kakao rata-rata mengandung nitrogen, fosfor, dan kalium secara berturut-turut 13,0; 1,6 dan 13,5 mg/g; sedangkan daun tua (*senescense*) berwarna kuning yang kemudian gugur mengandung rata-rata nitrogen, fosfor, dan kalium secara berturut-turut 9,5; 0,9 dan 10,0 mg/g. Rata-rata hara nitrogen, fosfor, dan kalium yang diretranslokasikan oleh tanaman kakao selama proses penuaan daun di musim hujan secara berturut-turut sebanyak 3,60; 0,70 dan 3,39 mg/g, atau secara berturut-turut sebanyak 27%, 42%, dan 24%. Dengan demikian, serasah daun kakao masih mengandung hara N, P, dan K secara berturut-turut sebanyak 73%, 58%, dan 76%, merupakan kandungan yang relatif tinggi untuk sumber hara pupuk di samping sumber bahan organik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sdr. Ari Wahono A.Md., Sdr. Herwanto, Sdr. Wagiyanto, dan Sdr. Wagiyo atas bantuan teknis yang baik dalam penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada staf analis Laboratorium Pelayanan Analisis Tanah dan Daun Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia atas bantuan analisis tanah dan daun. Penelitian ini didanai melalui Proyek Eks. SINTA 2010, Kementerian Riset dan Teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdoellah, S. & Pujiyanto (1992). Beberapa metode penentuan jenis dan dosis pupuk untuk kakao dan kopi. p.54-67. In: I. Hartana; M. Yahmadi; O. Atmawinata; A.A. Prawoto; S. Abdoellah; A. Wibawa & Pujiyanto (Eds.). *Prosiding Seminar Optimasi Pengelolaan Kesuburan Tanah Perkebunan Kopi dan Kakao*. Jember, 14 Januari 1992.
- Aerts, R. (1996). Nutrient resorption from senescing leaves of perennials: are there general patterns? *Journal of Ecology*, 84, 597-608.
- Distel, R.A.; A.S. Moretto & N.G. Didone. (2003). Nutrient resorption from senescing leaves in two *Stipa* species native to central Argentina. *Austral Ecology*, 28, 210-215.
- Drenovsky, R.E.; J.J. James & J.H. Richards (2010). Variation in nutrient resorption by desert shrubs. *Journal of Arid Environments*, 74, 1564-1568.
- Harvey, H.P. & R. van den Driessche. (1999). Poplar nutrient resorption in fall or drought: Influence of nutrient status and clone. *Canadian Journal of Forest Research*, 29, 1916-1925.

- Hutcheon, W.V. (1976). The framework for the physiology of cocoa. *Cocoa Growers' Bulletin*, 25, 5-10.
- Keenan, R.J.; C.E. Prescott & J.P.H. Kimmins (1995). Litter production and nutrient resorption in Western Red Cedar and Western Hemlock forests on Northern Vancouver Island, British Columbia. *Canadian Journal of Forest Research*, 25, 1850-1857.
- Killingbeck, K.T. & R. Tainsh (2002). Does leaf size influence resorption of nutrients from senescing leaves? *Northeastern Naturalist*, 9, 213-220.
- Kozovits, A.R.; M.M.C. Bustamante; C.R. Garofalo; S. Bucci; A.C. Franco; G. Goldstein & F.C. Meinzer. (2007). Nutrient resorption and patterns of litter production and decomposition in a Neotropical Savanna. *Functional Ecology*, 21, 1034-1043.
- Lin, Y.M. & L. da S.L. Sternberg (2007). Nitrogen and phosphorus dynamics and nutrient resorption of *Rhizophora mangle* leaves in South Florida, USA. *Bulletin of Marine Science*, 80, 159-169.
- Martinez-Sanchez, J.L. (2005). Nitrogen and phosphorus resorption in a neotropical rainforest of a nutrient-rich soil. *Revista de Biologia Tropical*, 53, 3-4.
- Milla, R.; M. Maestro-Martinez & G. Montserrat-Marti (2004). Seasonal branch nutrient dynamics in two Mediterranean woody shrubs with contrasted phenology. *Annals of Botany*, 93, 671-680.
- Murray, D.B. (1975). *Shade and nutrition*. p. 105-124. In: G.A.R. Wood (Eds.). *Cocoa*. 3rd ed. Longman Group Ltd.
- Niva, M.; B.M. Svensson & P.S. Karlsson (2003). Nutrient resorption from senescing leaves of the clonal plant *Linnaea borealis* in relation to reproductive state and resource availability. *Functional Ecology*, 17, 438-444.
- Ploeg, R.R. van der; W. Böhm & M.B. Kirkham (1999). On the origin of the theory of mineral nutrition of plants and the law of the minimum. *Soil Science Society of America Journal*, 63, 1055-1062.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao (1998). *Pedoman teknis: Budidaya tanaman kakao (Theobroma cacao L.)*. 103 halaman.
- Schmidt, F.H. & J.H.A. Ferguson (1951). Rainfall types based on wet and dry period ratios for Indonesia with Western New Guinea, Verhandelingen No. 42. Kementerian Perhubungan Djawatan Meteorologi dan Geofisika. Jakarta.
- Wibawa, A. (1996). Pengelolaan bahan organik di perkebunan kopi dan kakao. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 12, 96-100.
- Yuan, Z.Y. & H.Y.H. Chen (2009). Global-scale patterns of nutrient resorption associated with latitude, temperature, and precipitation. *Global Ecology and Biogeography*, 18, 11-18.
